

648.41112X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): EZUMI, et al.  
Serial No.: Not yet assigned  
Filed: January 30, 2002  
Title: FRICTION STIR WELDING METHOD  
Group: Not yet assigned

#3

1c929 U.S. PTO  
10/058957  
01/30/02

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Honorable Commissioner of  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

January 30, 2002

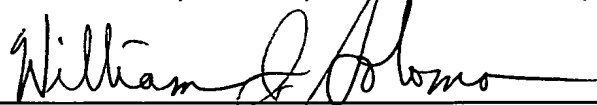
Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s) 2001-253796, filed August 24, 2001.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



William I. Solomon  
Registration No. 28,565

WIS/alb  
Attachment  
(703) 312-6600

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

#3

JC929 U.S. PTO

10/058957



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 8月24日

出願番号

Application Number:

特願2001-253796

出願人

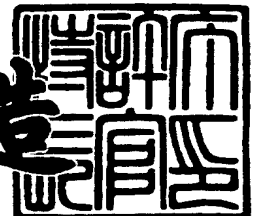
Applicant(s):

株式会社日立製作所  
日立笠戸機械工業株式会社

2001年12月28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3112012

【書類名】 特許願

【整理番号】 160100068

【提出日】 平成13年 8月24日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 B23K 20/12

【発明者】

【住所又は居所】 山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地 株式会社 日立製作所 笠戸事業所内

【氏名】 江角 昌邦

【発明者】

【住所又は居所】 山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地 日立笠戸機械工業株式会社内

【氏名】 福寄 一成

【発明者】

【住所又は居所】 山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地 株式会社 日立製作所 笠戸事業所内

【氏名】 松永 徹也

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【特許出願人】

【識別番号】 000125484

【氏名又は名称】 日立笠戸機械工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 110000062

【氏名又は名称】 特許業務法人 第一国際特許事務所

【代表者】 沼形 義彰

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 145426

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 摩擦攪拌接合方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 接合線に沿って移動中に接合線の方法が変化する位置に至ると、回転工具を被接合部材から退避させ、

前記回転工具又は前記被接合部材の向きを変更し、

実質的に前記退避させた位置において、前記被接合部材に回転工具を再度挿入し、

新たな接合線に沿って前記回転工具を移動させること、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 2】 請求項 1 の摩擦攪拌接合において、前記向きの変更は、前記退避の後、前記回転工具を支持する装置を回転させて、前記移動方向に対する前記回転工具の傾斜角度を変えて行うこと、を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 3】 請求項 1 の摩擦攪拌接合において、前記回転工具の傾斜角度の変更は、前記退避させた位置を基準として傾斜させて行うこと、を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 4】 請求項 1 の摩擦攪拌接合において、前記回転工具の傾斜角度の変更は、前記回転工具の先端を基準として傾斜させて行うこと、を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 5】 請求項 1 の摩擦攪拌接合において、前記再挿入時の前記回転工具の挿入深さは、前記退避位置における前記回転工具の挿入深さよりも深く挿入すること、を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 6】 請求項 5 の摩擦攪拌接合において、  
前記退避を行う前から前記回転工具の挿入深さを徐々に浅くし、  
前記再挿入時に、前記挿入深さを徐々に浅くする前の挿入深さに、前記回転工具を挿入すること、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 7】 請求項 5 の摩擦攪拌接合において、前記際挿入時に退避前の前記回転工具の挿入深さよりも深く挿入し、

前記移動開始後、徐々に浅くすること、  
を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 8】 請求項 1 の摩擦攪拌接合において、前記退避の際、前記回転工具の移動を停止させて行うこと、を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 9】 請求項 1 の摩擦攪拌接合において、前記向きの変更は、前記退避の後、前記被接合部材を回転させて、前記移動方向に対する前記回転工具の傾斜角度を変えて行うこと、を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 10】 第 1 の部材の端部と第 2 の部材の端部とを突き合わせ、  
前記突き合わせた線である接合線は大きく変化しており、  
前記接合線に対する前記回転工具の相対的な移動は予め記憶していたデータに基づいて行うこと、  
を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 11】 請求項 10 の摩擦攪拌接合方法において、  
前記回転工具を前記第 1 の部材または前記第 2 の部材の所定の位置に合わせ、  
前記所定の位置を原点として記憶させ、  
次に、前記突き合わせ部の所定の位置に前記回転工具を予め記憶していたデータに基づいて相対的に移動させること、  
を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 12】 第 1 の部材の端部と端部に凸部を有する第 2 の部材の端部とを突き合わせ、  
前記凸部に沿って、前記第 2 の部材の端部に肉盛り溶接を行い、  
前記突き合わせ部に回転工具を挿入して摩擦攪拌接合を行うこと、  
を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 13】 請求項 12 の摩擦攪拌接合方法において、  
前記回転工具の小径部と大径部の境の大径部の端部を、前記肉盛り溶接の金属中に挿入して、摩擦攪拌接合を行うこと、  
を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 14】 請求項 12 の摩擦攪拌接合方法において、  
前記第 1 の部材および前記第 2 の部材に対する前記回転工具の相対的な移動は

予め記憶していたデータに基づいて行うこと、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 1 5】 請求項 1 2 の摩擦攪拌接合方法において、

前記回転工具を前記第 1 の部材または前記第 2 の部材の所定の位置に合わせ、

前記所定の位置を原点として記憶させ、

次に、前記突き合わせ部の所定の位置に前記回転工具を予め記憶していたデータに基づいて相対的に移動させること、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は摩擦攪拌接合方法に関し、鉄道車両等の輸送機器、産業機械、科学機械、家庭電化品等において、アルミニウム合金の部材を接合に好適である。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

摩擦攪拌接合方法は、接合部に挿入した丸棒（回転工具という）を回転させながら接合線に沿って移動させ、接合部を発熱、軟化させ、塑性流動させ、固相接合する方法である。回転工具は大径部と小径部からなる。小径部を接合すべき部材に挿入し、大径部の端面を前記部材に接触させている。小径部にはねじを設けている。小径部側を向いた大径部の端面は円錐状に傾斜している。この円錐面は凹んでいる。回転工具の軸心は回転工具の移動方向に対して傾斜している。すなわち、移動方向に対して後方に傾斜している。

【0 0 0 3】

また、接合すべき 2 つの部材の回転工具の挿入側に凸部を設け、突き合わせ部に回転工具の小径部を挿入すると共に、回転工具の大径部を凸部内に挿入して、摩擦攪拌接合を行う。凸部の金属を原資として 2 つの部材の間の隙間を埋めるものである。凸部は一方の部材のみに設けてもよい。これは部材を押し出し形材で作り、押し出し方向を直交させた部分を摩擦攪拌接合する場合に用いる。

【0 0 0 4】

また、鉄道車両の車体のように窓のあるものを摩擦攪拌接合する場合において、複数の回転工具を1つの移動体に複数の回転工具を設置して行う。窓の直前の位置で移動体の移動を停止させ、全ての回転工具を被接合部材から退避させ、窓のない部分の回転工具は再度挿入し、移動を再開させ、摩擦攪拌接合を再開させる。

## 【0005】

これらは特表平9-508073号公報（EP0752926B1）、特開2000-343248号公報（EP1057576A2）に示されている。

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

鉄道車両の側面には乗員等のための出入り口がある。出入り口には大きな荷重が加わるので、車体の側面の板に厚い縁材を溶接している。縁材は押し出し形材からなる。車体の板と縁材とを摩擦攪拌接合する。摩擦攪拌接合用の回転工具は縁材に沿って移動させる。

## 【0007】

縁材は一般に押し出し形材をU状に曲げて構成する。曲げた角部は円弧状になる。

## 【0008】

ここでは左右の片と上片の3つの押し出し形材を溶接して縁材を製作する場合を考える。各片は実質的に直交している。この場合、左片と上片との接続部、また、上片と右片との接続部は直角である。このような縁材を有する出入り口は乗務員の出入り口に多い。

## 【0009】

この縁材とその周辺的車体の板とを摩擦攪拌接合する場合は、前記接続部（直角部）において、回転工具の向き（すなわち、移動方向）を90度変えなければならない。これは、回転工具は移動方向に対して傾斜させなければならないためである。向きの変更は、回転工具の向きを変えるまたは接合すべき部材の向きを変えて行う。

## 【0010】

向きを変更する場合には、回転工具の移動は停止しなければならない。移動は停止しているが、回転工具は接合すべき部材に挿入された状態で回転している。このため、回転工具と接合すべき部材との摩擦熱が過大になる。このため、摩擦攪拌接合に不良が発生することがある。

【0011】

移動方向の変更が90度よりも大きくても小さくても同様の問題が発生する。また、このような向きを変えなければならないものは、出入り口の縁材のみでなく、建築物の各種部材、産業機器等、構造上や意匠上の観点で、各種で考えられる。

【0012】

突き合わせ部に回転工具を挿入するために、光学センサーで突き合わせ部を検出して回転工具を誘導しているが、前記のように移動方向（接合線の方法）が90度のように大きく変わる場合は、曲がる点の近傍になると、突き合わせ部を検出できない。

【0013】

また、車体や出入り口の縁材は押し出し形材で製作し、その押し出し方向が直交していることなどから、突き合わせ部の隙間を埋める原資となる凸部を一方の部材にしか設置できない。このため、接合不良が発生しやすい。

【0014】

本発明の第1の目的は、接合線の角度が大きく変化する場合において、良好な摩擦攪拌接合を行えるようにすることにある。

【0015】

本発明の第2の目的は、押し出し形材同士の突き合わせ部の摩擦攪拌接合において、良好な摩擦攪拌接合を行えるようにすることにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記第1の目的は、接合線に沿って移動中に接合線の方向が変化する位置に至ると、回転工具を被接合部材から退避させ、前記回転工具又は前記被接合部材の向きを変更し、実質的に前記退避させた位置において、前記被接合部材に回転工

具を再度挿入し、新たな接合線に沿って前記回転工具を移動させること、によって達成できる。

## 【0017】

また、第1の部材の端部と第2の部材の端部とを突き合わせ、前記突き合わせた線である接合線は大きく変化しており、前記接合線に対する前記回転工具の相対的な移動は予め記憶していたデータに基づいて行うこと、によって達成できる。

## 【0018】

上記第2の目的は、第1の部材の端部と端部に凸部を有する第2の部材の端部とを突き合わせ、前記凸部に沿って、前記第2の部材の端部に肉盛り溶接を行い、前記突き合わせ部に回転工具を挿入して摩擦攪拌接合を行うこと、によって達成できる。

## 【0019】

## 【発明の実施の形態】

本発明の一実施例を図1から図7によって説明する。図1の(A)の被接合部材の接合線は直交している。図1の(B)は直交する接合線を直線状に延ばして示している。

## 【0020】

鉄道車両の車体100は、側面を構成する側構体101、屋根を構成する屋根構体102、床を構成する台枠103、長手方向の端部を構成する妻構体104とからなる。側構体101、屋根構体102、台枠104は、それぞれ複数の押し出し型材10、20を接合して構成している。押し出し型材10、20の長手方向（押し出し方向）を車体100の長手方向に向けている。押し出し型材10、20はアルミニウム合金製の中空型材である。

## 【0021】

側構体101には複数の窓130があり、また、人の出入り口110、140がある。出入り口110は運転手等の乗務員のための出入り口であり、その幅は比較的小さい。出入り口140は運転手等の乗務員のための出入り口であり、その幅は大きい。出入り口110、140の開口の縁には縁材120、141が接

合されている。

【 0 0 2 2 】

側構体 1 0 1 を構成する押し出し型材 1 0 , 2 0 の押し出し方向は車体すなわち側構体 1 0 1 の長手方向である。縁材 1 2 0 ( 1 4 1 ) も押し出し型材であるので、縁材 1 2 0 ( 1 4 1 ) の左右の片は、縁材 1 2 0 ( 1 4 1 ) の押し出し方向と、型材 1 0 , 2 0 の押し出し方向とは直交している。押し出し型材 1 0 , 2 0 は中空型材である。

【 0 0 2 3 】

中空型材 1 0 ( 2 0 ) は、実質的に平行な 2 枚の面板 1 1 ( 2 1 ) , 1 2 ( 2 2 ) と、この 2 枚の面板を接続する複数の接続板 1 3 ( 2 3 ) , 1 4 ( 2 4 ) と、からなる。

【 0 0 2 4 】

中空型材 1 0 ( 2 0 ) の幅方向の端部の接続板 1 4 ( 2 4 ) は面板 1 1 , 1 2 ( 2 1 , 2 2 ) に対して直交している。接続板 1 4 と面板 1 1 ( 1 2 ) との接続部の外面側には中空型材 2 0 の面板 2 1 ( 2 2 ) が重なる凹部がある。面板 1 1 , 2 2 の端部には面板 2 1 , 2 2 を支える突出片 1 5 がある。突出片 1 5 は接続板 1 4 から突出している。突出片 1 5 は前記凹部に接続している。中空型材 2 0 の面板 2 1 , 2 2 の端部は中空型材 1 0 の凹部および突出片 1 5 に重なる。

【 0 0 2 5 】

面板 1 1 , 1 2 ( 2 1 , 2 2 ) の端部には中空型材 1 0 , 2 0 の外面側（厚さ方向の外側）に突出する凸部 1 7 ( 2 7 ) がある。面板 1 1 , 2 1 および凸部 1 7 の端面（すなわち、凹部の面板 1 1 , 1 2 側）は接続板 1 4 の板厚の中心付近にある。中空型材 1 0 の面板 1 1 ( 1 2 ) および凸部 1 7 の端面と中空型材 2 0 の面板 2 1 ( 2 2 ) および凸部 2 7 の端面とが突き合わせられている。

【 0 0 2 6 】

面板 1 1 ( 1 2 ) の外面と面板 2 1 ( 2 2 ) の外面とは同一面にあり、凸部 1 7 , 2 7 の突出代は同一である。2 つの凸部 1 7 , 2 7 の幅は同一である。2 つの凸部の幅は回転工具 2 0 0 の大径部 2 0 1 の径よりも大きい。

【 0 0 2 7 】

まず、型材10と型材20とを接合する。図5において、接合に当たって、2つの中空型材10、20は架台310に載せて固定する。回転工具200は大径部210の先端に小径部220を設けている。小径部220にはねじを設けている。小径部220側を向いた大径部210の端面は軸心側が凹んだ円錐状になっている。

#### 【0028】

接合に際しては、突き合わせ部に回転工具200を挿入する。大径部210の下端は面板11、21よりも上方の凸部17、27内に位置させる。小径部220は面板11、21の突き合わせ部に入れる。小径部220の下端は突出片15に若干挿入している。回転工具200を回転させながら、突き合わせ部の接合線に沿って移動させる。回転工具200の軸心は移動方向に対して傾斜している。小径部220側が大径部210側よりも先行している。凸部17、27の金属は突き合わせ部の隙間を埋める原資となる。図5では突き合わせ部に隙間を示していない。

#### 【0029】

図5の上面側の摩擦攪拌接合が終了したら、中空型材10、20を上下に反転させ、同様に摩擦攪拌接合を行う。

#### 【0030】

このようにして、側構体101を構成するすべての中空型材10、20を接合したならば、車内側を上方にして、窓130や出入り口110、140の開口の周囲の不要部分を切削で除去する。この切削によって、窓130や出入り口110、140の開口部分において、車外側の面板21(11)の端部は車内側の面板22(12)や接続板23、24(13、14)の端部よりも開口側に突出する。

#### 【0031】

次に、上記のように加工した側構体110に縁材120、141を摩擦攪拌接合する。図3において、縁材120は直線状の3つの押し出し型材120L、120C、120Rを溶接してU状に構成している。中央片120Cと板11(21)との接合線に対して、片120L、120Rと板11(21)との接合線は

直交している。

【0032】

縁材120は、中空型材10、20の端部を閉鎖する片121と、車外側の面板21(11)の外面よりも外方に突出する凸部123と、面板21(11)の内面に重なる突出片125と、車内側の面板の外面22(12)に重なる突出片127とからなる。凸部123を除く片121の車外側の端面は面板21(11)の外面と実質的に同一面にある。車外側の突出片125は車外側から凹んだ位置にある。面板21(11)の端部は縁材120に突き合わせられている。車内側の突出片127は車内側の面板22(12)の外側に重なり、隅肉溶接している。この溶接は摩擦攪拌接合の前後の適宜な時期に溶接する。

【0033】

縁材120と突き合わせる面板21、11の端部は押し出し方向の端部であるので、面板11、21には凸部17、27が無い。U状の縁材120の中央片120Cに接する中空型材10は幅方向の端部を切削しているので、凸部17、27が無い。

【0034】

図4は摩擦攪拌接合直前の状態を示すもので、突き合わせ部の隙間を示していない。縁材120および側構体110は架台320に固定している。図6において、縁材120と妻構体104との間に中空型材10、20を配置しているが、単なる板の場合がある。

【0035】

面板21(11)と縁材120との突き合わせ部を上方から摩擦攪拌接合する。回転工具200の小径部220は突き合わせ部に挿入する。小径部220の先端は突出片125に若干挿入されている。大径部210の一部は凸部123に入る。大径部210の下端と面板21(11)の上面との間に若干の隙間があるように挿入する。回転工具200は移動方向に対して大径部210側を後方に傾斜させて挿入するので、傾斜した大径部210の最下端と面板21(11)の上面との間に隙間があるようにする。

【0036】

上記縁材 1 2 0 の突き合わせ部において、隙間の原資となる凸部は、縁材 1 2 0 に凸部 1 2 3 があり、中空形材 1 0, 2 0 には凸部 1 7, 2 7 がない。このように突き合わせ部の一方にしか凸部がない。この状態でも摩擦攪拌接合は可能であるが、凸部は両方にあることが望ましい。このため、側構体 1 0 1 に縁材 1 2 0 を配置したら、縁材 1 2 0 に沿って、中空形材 1 0, 2 0 の面板 1 1, 2 1 に肉盛り溶接を行う。肉盛り溶接の高さおよび幅は凸部 1 2 3 に相当する大きさが望ましいが、それよりも小さくてもそれなりの効果がある。回転工具 2 0 0 の大径部 2 1 0 の端部は、凸部 1 2 3 の場合と同様に肉盛り溶接の金属中に入れて、摩擦攪拌接合することが望ましい。この肉盛り溶接 1 2 3 W は図 4 のみに示している。

#### 【 0 0 3 7 】

この肉盛り溶接は摩擦攪拌接合の際に飛ばない程度に面板 1 1, 2 1 に着いていればよい。面板 1 1, 2 1 を縁材 1 2 0 に強固に溶接する必要はない。また、溶接した場合に、面板 1 1, 2 1 が突出片 1 2 5 に接触していることが望ましいが、肉盛り溶接を行う場合はその必要もない。肉盛り溶接がない場合は、回転工具 2 0 0 の大径部 2 1 0 と面板 2 1 ( 1 1 ) との間に隙間があるので、面板 2 1 ( 1 1 ) は突出片 1 2 5 に接触しないことがあり、接合不良となりやすい。しかし、肉盛り溶接をしておけば、この金属が大径部 2 1 0 と面板 2 1 ( 1 1 ) との間に介在するので、面板 2 1 8 1 1 9 を突出片 1 2 5 に密着させることができる。このため、良好な接合ができる。また、肉盛り溶接を簡単にできるものである。

#### 【 0 0 3 8 】

肉盛り溶接を行うと、光学センサーでは突き合わせ部の位置の検出が困難になる。また、接合線の向きが大きく変化している場合、例えば、接合線が小半径の場合や接合線が直交している場合は、光学センサーで接合線を検出することは困難になる。この場合は数値制御によって回転工具を誘導するのがよい。

#### 【 0 0 3 9 】

図 3 において、回転工具 2 0 0 は縁材 1 2 0 の左片 1 2 0 L の下端の突き合わせ部に挿入され、ここから摩擦攪拌接合を開始する。回転工具 2 0 0 は左片 1 2

0 Lから中央片120 C、右片120 Rを順次経由し、右片120 Rの下端で接合を終了する。

#### 【0040】

回転工具200を接合すべき部分に挿入した後、回転工具200を回転させながら、接合線に沿って移動させる。移動方向をXで示している。回転工具200の軸心は縁材120と面板21(11)との突き合わせ部の中間にある。

#### 【0041】

図7において、側構体101は架台320に載せている。架台320の上方を摩擦攪拌接合装置400の走行体410が走行する。走行体410は架台320の両側のレール350に沿って走行する。走行体410のガーダ411には摩擦攪拌接合装置430を載せている。装置430は、ガーダ411に沿って走行する走行体431、走行体431に対して昇降する昇降体433、昇降体433に対して回転する回転装置435、回転装置435に対して傾斜して設置され、回転工具200を回転させる回転装置437からなる。走行体410、431の走行によって回転工具200はXY方向に移動できる。回転装置435によって接合線に対する回転工具200の傾斜の方向を変えることができる。昇降体433は回転工具200を昇降させる。走行体420、431、回転装置435、回転工具200の高さ位置等は数値制御によって駆動される。

#### 【0042】

図1、図2において、回転工具200を回転させながら接合すべき部材10、120 Lの所定位置に挿入し、X方向に移動させ、摩擦攪拌接合を開始する。左片120 Lから中央片120 Cに至る角部の手前の所定位置P3(角部から所定距離手前)に至ると、回転工具200の上昇を開始させる。上昇速度は遅い。回転工具200の移動は継続させている。このため回転工具200の挿入深さは徐々に浅くなる。前記所定距離は例えば50 mmである。前記所定距離の間の回転工具の上昇距離は例えば0.5 mmである。所定位置は走行体320の走行距離で求める。なお、図1の回転工具の高さ位置の“0”は接合すべき部材120の上面の高さ位置を言う(ステップS10、S30)。

#### 【0043】

摩擦攪拌接合を開始するに当たって、回転を停止した回転工具 2 0 0 の先端を側構体 1 0 1 の所定位置に合わせし、原点を制御装置にテーチングする。原点は、例えば、中央片 1 2 0 C の長さ方向の中央であって、上辺に設ける。この位置にあらかじめ原点をけがしておく。または、出入り口 1 2 0 の開口の幅の中央であって上辺にけがしておく。縁材 1 2 0 の大きさ等は制御装置に入力している。制御装置は摩擦攪拌接合の開始によって、走行体 4 2 0, 4 3 1、回転装置 4 3 5、回転工具 2 0 0 の高さ位置等を数値制御で駆動する。

## 【 0 0 4 4 】

次に、左片 1 2 0 R から中央片 1 2 0 C に至る角部 P 5 に至ると、回転工具 2 0 0 の回転を継続させた状態で、回転工具 2 0 0 の移動を停止させると共に、回転工具 2 0 0 を上方に移動させ、接合すべき部材から回転工具 2 0 0 を退避させる（抜く）。回転工具 2 0 0 は傾斜した状態で、抜く。走行体 3 2 0 の移動距離で求める。回転工具 2 0 0 を抜くと、小径部 2 2 0 とほぼ同一の大きさの孔が生じる（ステップ S 5 0, S 7 0）。

## 【 0 0 4 5 】

次に、回転装置 4 3 5 によって回転工具 2 0 0 を水平回転させ、これからの接合線（中央片 1 2 0 C に沿った接合線）に対して回転工具 2 0 0 を傾斜させる。すなわち、回転工具 2 0 0 の傾斜方向をこれまでの傾斜方向に対して 9 0 度変更する。回転工具 2 0 0 の小径部 2 2 0 の下端を中心として傾斜させる。このため、傾斜を変更した回転工具 2 0 0 の小径部 2 2 0 の下端の位置は、退避させた（抜いた）際の小径部 2 2 0 の下端の位置と実質的に同一である（ステップ S 9 0）。

## 【 0 0 4 6 】

次に、回転工具 2 0 0 を回転させながら、回転工具 2 0 0 を下降させ、所定位置まで挿入する。回転工具 2 0 0 を下降させると、小径部 2 2 0 は抜いたとき生じた孔に入る。このため、抜いた際の孔を含めて摩擦攪拌接合され、孔はなくなる。回転工具 2 0 0 の挿入深さは回転工具 2 0 0 を抜く際の挿入深さよりも深い。すなわち、回転工具 2 0 0 の上昇開始前の挿入深さ、位置 P 3 の挿入深さと同一である。なお、図 1 では、回転工具 2 0 0 を上昇させる位置と下降させる位置

が異なっているが、図示を容易にするために異ならせたものである（ステップ S 1 1 0）。

【 0 0 4 7 】

回転工具 2 0 0 を所定深さまで挿入したら、回転工具 2 0 0 を中央片 1 2 0 C に沿って移動させる（ステップ S 1 3 0）。

【 0 0 4 8 】

中央片 1 2 0 C と右片 1 2 0 R との角部 P 5 の前方の位置 P 3、そして次の角部 P 5 において、前記と同様に行う。右片 1 2 0 R の下端に至ると、回転工具 2 0 0 を抜き、摩擦攪拌接合を終了する。接合線の終端に残った孔は溶接等で埋める。この終端から先の未接合部は溶接で接合する。また、左片 1 2 0 L の接合開始点よりも手前の未接合部は溶接で接合する。

【 0 0 4 9 】

これによれば、角部 P 5 で回転工具 2 0 0 を抜き、傾斜方向の向きを変えるので、向きを変えるのに時間がかかっても、接合すべき部材の温度が過大にならないので、良好な摩擦攪拌接合ができる。向きを変更する際に、回転工具 2 0 0 が接合すべき部材に挿入されていると、回転工具 2 0 0 を回転させていなければならぬので、摩擦熱が過大になり、欠陥が発生すると考えられる。

【 0 0 5 0 】

また、位置 P 3 において回転工具 2 0 0 の挿入深さを徐々に浅くして移動させ、位置 P 5 において移動を停止させて回転工具 2 0 0 を抜き、再挿入の際は移動を停止させる前（抜く前、退避前）の挿入深さよりも深く挿入して移動を開始（摩擦攪拌接合開始）させている。退避前の挿入深さと再挿入したときの挿入深さが同一の場合は、摩擦攪拌接合が不良になることが多い。不良は回転工具 2 0 0 の小径部 2 2 0 の先端の近傍で発生しやすい。しかし、前記のように、退避前よりも深く挿入して摩擦攪拌接合を再開すると、不良の発生を防止できる。

【 0 0 5 1 】

上記実施例は退避前に徐々に挿入深さを浅くし、この浅くなったものに対して深く挿入していたが、次のようにできる。角部 P 5 まで同一深さで接合を行い、再挿入はそれよりも若干深く挿入し（例えば 0. 5 mm）、移動を開始してから徐

々に挿入深さを浅くし、角部 P 5 までの挿入深さと同一になると、深さの変更を停止する。例えば、5 0 m m の移動後、角部 P 5 よりも前の挿入深さと同一にする。

#### 【 0 0 5 2 】

縁材 1 4 1 と側構体 1 0 1 との接合は前記のように行う。肉盛り溶接も同様に行う。但し、縁材 1 4 1 の角部は円弧状のため、回転工具 2 0 0 を退避させないで、円弧状の接合線に沿って回転工具 2 0 0 を移動させることによって、連続的に摩擦攪拌接合ができる。最後に、車体の外面側の凸部 1 2 3 や肉盛り溶接 1 2 3 W の凸部はグラインダー等で切削して、面板 1 1、2 1 の外面と同一面にする。

#### 【 0 0 5 3 】

上記実施例は回転工具の移動方向を 9 0 度変えていたが、それ以下でもそれ以上に変える場合にも、回転工具を退避させて向きを変えれば、良好な摩擦攪拌接合ができるものである。つまり、移動方向を大きく直線的に大きく変える場合に適用できる。

#### 【 0 0 5 4 】

上記実施例は回転工具 2 0 0 を回転させて向きを変えていたが、回転工具 2 0 0 を退避させた後、接合すべき部材を回転させることによって、回転工具 2 0 0 の向きを変えてもよい。これも回転工具 2 0 0 の移動方向を変えるに相当する。

#### 【 0 0 5 5 】

本発明の技術的範囲は、特許請求の範囲の各請求項に記載の文言あるいは課題を解決するための手段の項に記載の文言に限定されず、当業者がそれから容易に置き換えられる範囲にも及ぶものである。

#### 【 0 0 5 6 】

##### 【発明の効果】

本発明のよれば、接合線の角度が大きく変化する場合において、良好な摩擦攪拌接合が行えるものである。

#### 【 0 0 5 7 】

また、突き合わせ部の隙間を埋める原資の凸部を一方の部材にしか設けられな

い場合でも、肉盛り溶接によって、良好な摩擦攪拌接合が行えるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施例の動作説明図。

【図 2】

本発明の一実施例のフローチャート。

【図 3】

本発明の一実施例の側構体の出入り口の正面図。

【図 4】

図 3 の IV - IV 断面図。

【図 5】

図 3 の V - V 縦断面図。

【図 6】

鉄道車両の車体の斜視図。

【図 7】

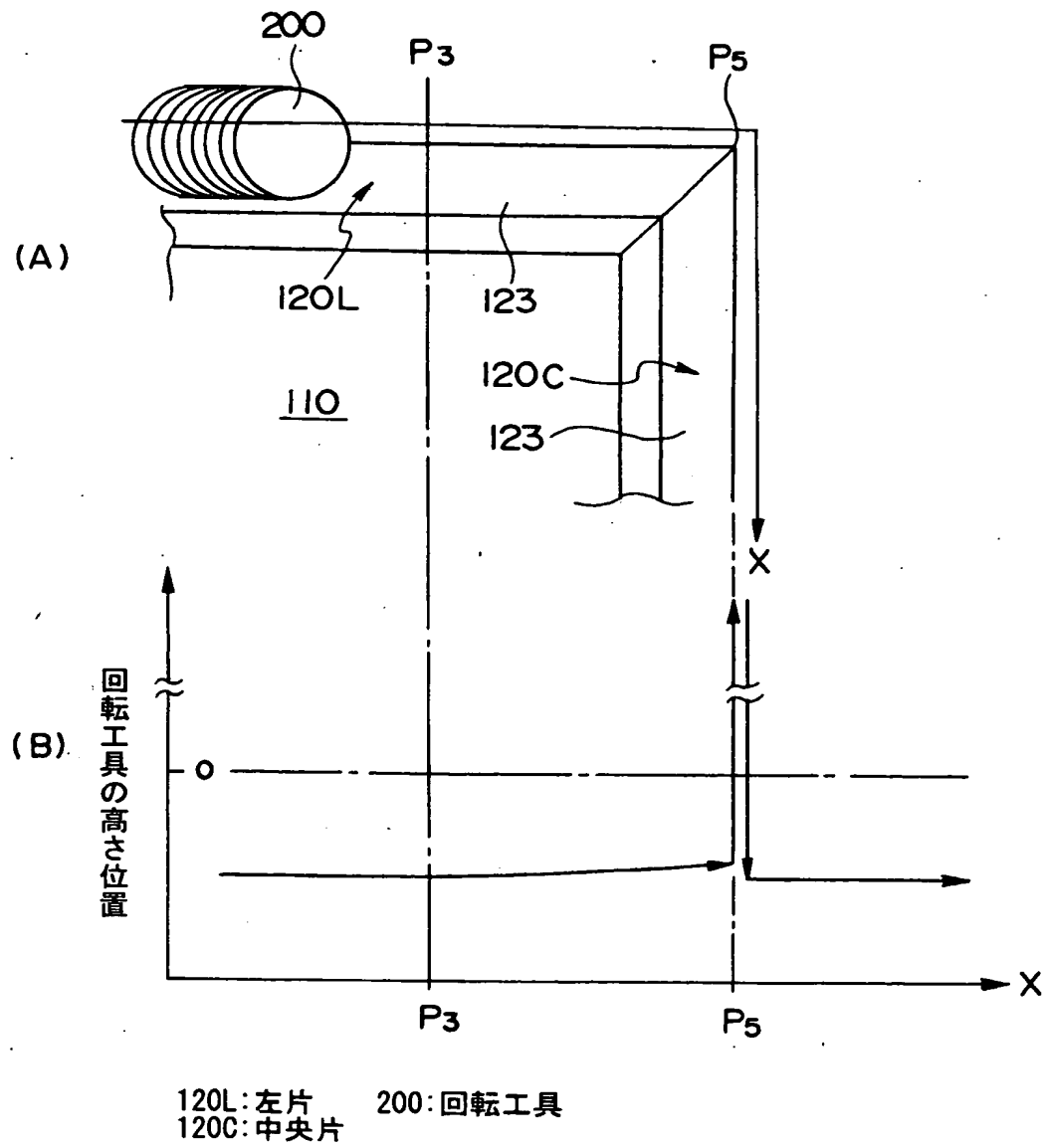
摩擦攪拌接合装置の斜視図。

【符号の説明】

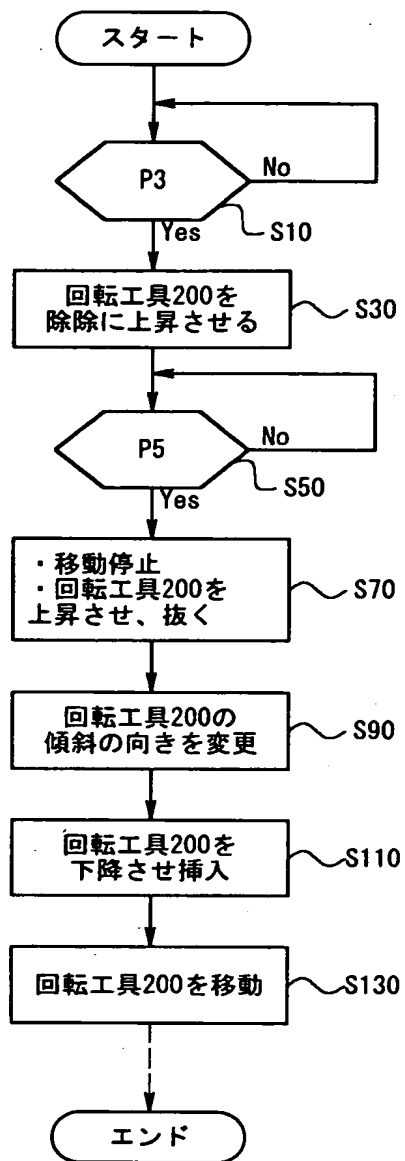
1 0, 2 0 : 中空形材、1 1, 1 2, 2 1, 2 2 : 面板、1 1 0 : 出入り口、  
1 2 0 : 縁材、2 0 0 : 回転工具。

【書類名】 図面

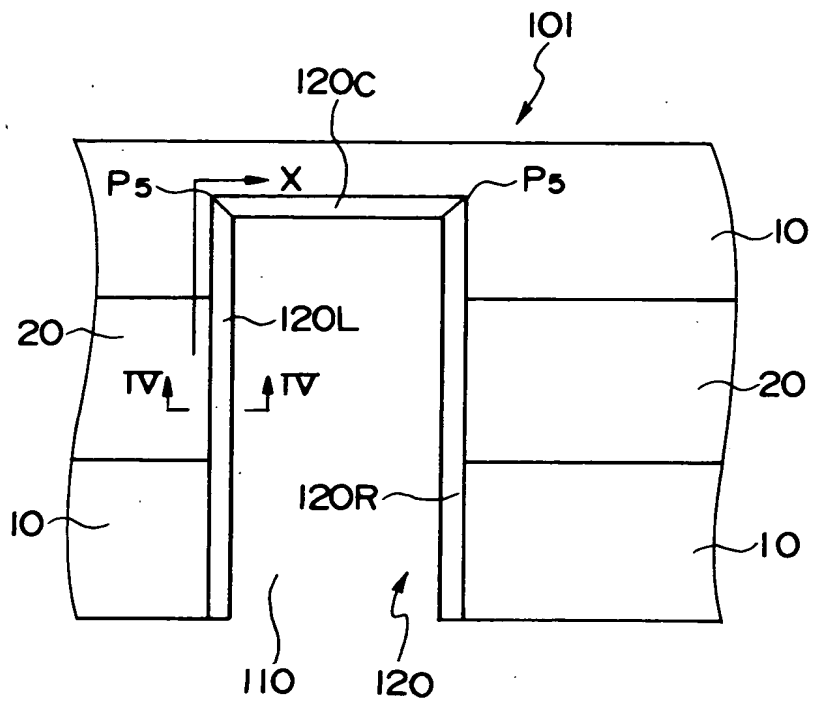
【図 1】



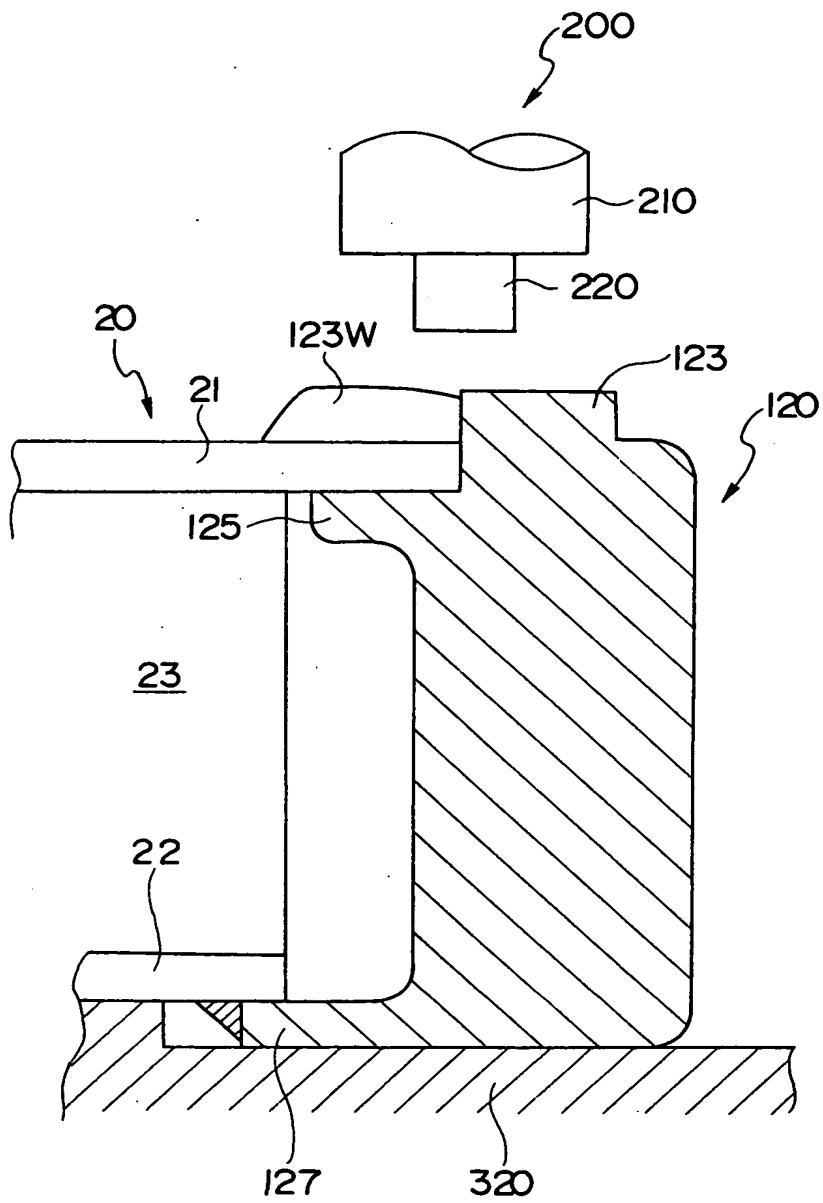
【図 2】



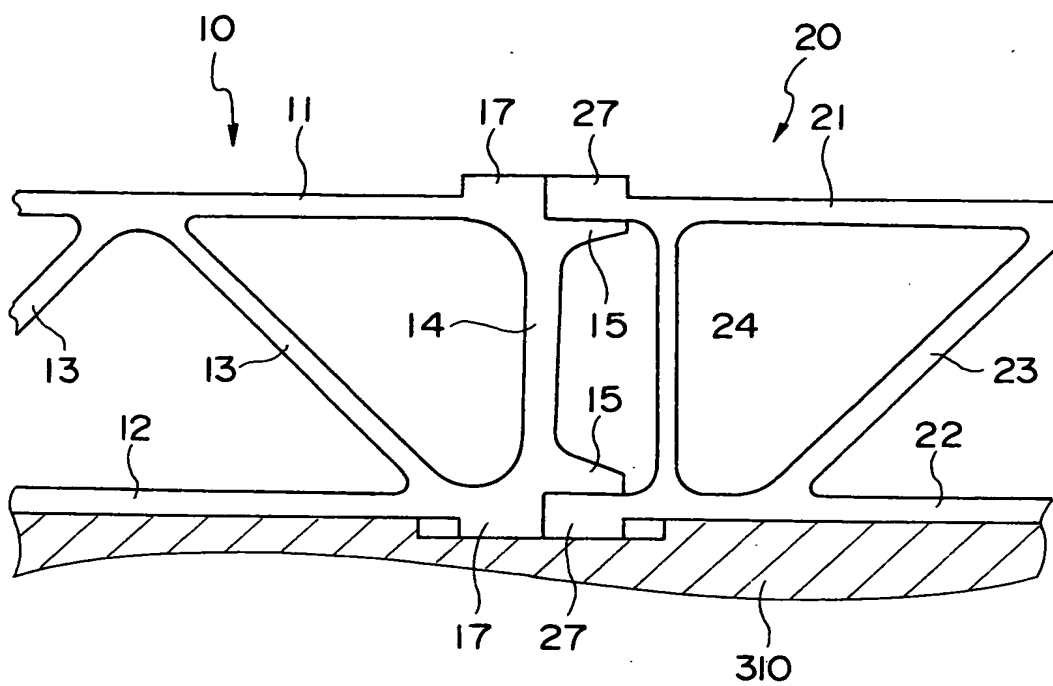
【図 3】



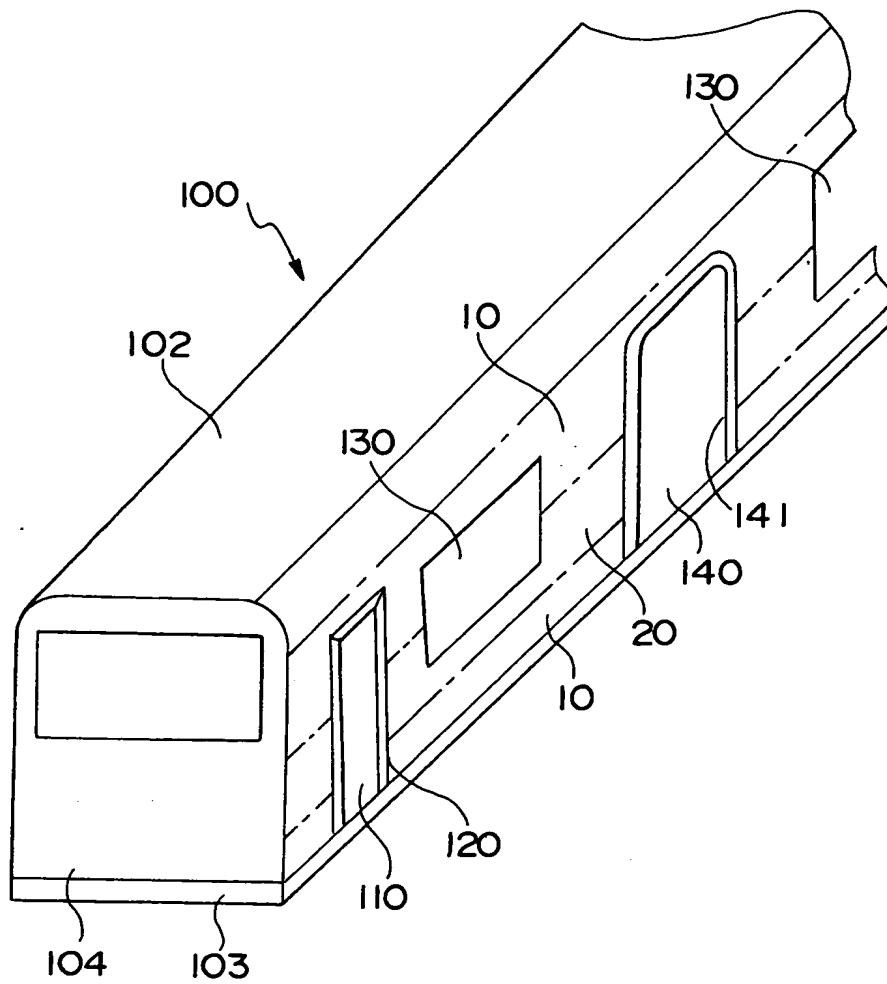
【図 4】



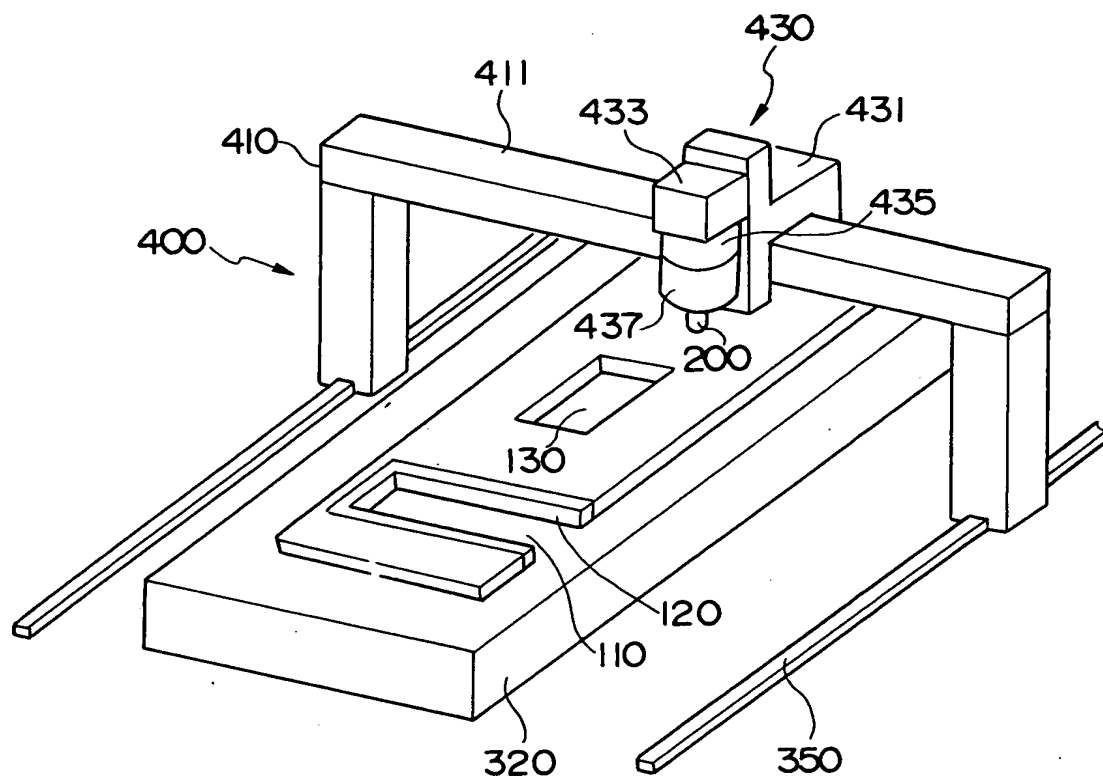
【図5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 接合線の角度が大きく変化する場合において、良好な摩擦攪拌接合を行えるようにする。

【解決手段】 出入り口 1 1 0 の縁材 1 2 0 と板 1 1 ( 2 1 ) とを摩擦攪拌接合する場合において、縁材 1 2 0 に沿って回転工具 2 0 0 を移動させて行う。回転工具 2 0 0 は移動方向に対して傾斜している。右片 1 2 0 R から摩擦攪拌接合を開始して、右片 1 2 0 R から 1 2 0 C に至る角部 P 5 に至ると、回転工具 2 0 0 を縁材 1 2 0 、板 1 1 ( 2 1 ) から抜く。次に、中央片 1 2 0 C に沿った移動方向に向けて回転工具を傾斜させる。次に、回転工具を下降させて挿入し、摩擦攪拌接合を開始させる。これによれば、縁材 1 2 0 に回転工具を挿入した状態で回転工具の向きを変えないので、摩擦熱が過大にならず。良好な接合ができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名 株式会社日立製作所

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000125484]

1. 変更年月日 1999年11月 4日

[変更理由] 名称変更

住 所 山口県下松市大字東豊井794番地

氏 名 日立笠戸機械工業株式会社